

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»
Отдел радиационной и химической биологии
Крымское отделение Гидробиологического общества при РАН

**Посвящается 90-летию со дня рождения
Геннадия Григорьевича Поликарпова**

РАДИОХЕМОЭКОЛОГИЯ: УСПЕХИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

МАТЕРИАЛЫ ЧТЕНИЙ
ПАМЯТИ АКАДЕМИКА Г.Г. ПОЛИКАРПОВА
Севастополь, 14-16 августа 2019 г.



Севастополь
2019

Экологическая переработка отвалов урановых шахт с получением прибыли и с переходом на безотвальную технологию

Кравченко В.В.

*МОО «Крымская академия наук», Симферополь, Российская Федерация,
v.v.kravchenko@list.ru*

Рудное тело в твердых породах типа гранитов имеет сложную объемную форму, причем, в пределах этого тела, содержание урана распределено крайне неравномерно и может колебаться, например, от 0,02% (забалансовое содержание) до 0,2% и более. Добыча руды производится методом взрыва блока, сформированного между горизонтами, например, -300 и -240 м. При таком методе в руде оказывается до 25% и более пустой породы и забалансовой руды. Вся горная масса выдается на поверхность вагонетками через грузовой ствол.

Урановая руда излучает гамма-кванты. Энергия гамма-квантов, возникающих в процессе естественного распада элементов ряда изотопа уран-238, составляет от 63 кэВ до 1,12 МэВ. Родоначалник ряда уран-238 излучает гамма-кванты с энергиями 186,93 и 63 кэВ. Гамма-кванты регистрируются сцинтилляционным детектором цезий-иод-таллий, вспышки, при попадании в который, от отдельного гамма-кванта преобразуются в электрический импульс фото-электронным умножителем и обрабатываются далее точной импульсной электроникой. На базе такого блока создана передвижная мини-лаборатория для предварительной оценки характеристик руды. Такие же блоки применяются в вагонеточных и автомобильных рудоконтролирующих станциях (РКС). Данные РКС разделяют входную горную массу на два потока: первый поток направляется в отвал, второй-на следующую стадию сепарации горной массы в виде камней (кусков). Камни размером от 100 до 250 мм подаются на вход поштучного сепаратора с конусным раскладчиком камней. Камни размером от 40 до 100 мм подаются на вход сепаратора с ленточным раскладчиком.

Все перечисленные сепараторы были созданы в 70-е годы, когда не было возможности применять точную электронику с обработкой информации микропроцессорами. В связи с этим и точность процесса выделения пустой породы и руды с низким содержанием урана была невысокой: общая эффективность сепарации составляла не более 75% (в каждых 100 камнях отвала находилось до 25 камней с промышленным содержанием урана). За многие годы работы шахт накоплены миллионы тонн отвалов. В России и в Украине также находится большое количество отвалов. Отвалы являются довольно опасными объектами с точки зрения воздействия на окружающую среду. Основными факторам являются повышенная мощность экспозиционной дозы гамма-излучения, мелкодисперсная пыль и тяжелый газ радон-222.

Несколько лет тому назад была выполнена опытно-конструкторская работа (ОКР) по созданию комплекса по переработке одного из отвалов. В данном отвале находилось около 5 млн. тонн общей горной массы со средним содержанием урана 0,02-0,03%, содержащей до 1,25 млн. тонн качественной легкообогатимой гидрометаллургическим способом руды в виде уранинита. В процессе выполнения ОКР были созданы высокоточные сепараторы с эффективностью сепарации не менее 92% на основе прецизионных блоков детектирования с микропроцессорной обработкой информации. Данные сепараторы за 5 лет работы выделили около 0,5 млн. тонн камней с высоким содержанием урана и около 1,5 млн. тонн камней в виде строительного материала 3-го класса по радиоактивности.

Для сепарации горной массы мелкого класса, не поддающейся радиометрической сепарации, был разработан щелевой электромагнитный сепаратор с индукцией магнитного поля в точках максимума до 2,0 Тл и градиента индукции 0,2 Тл в щели 10 мм (магнитная сила, действующая на частицу, пропорциональна магнитной восприимчивости, индукции и градиенту индукции). Получены положительные результаты испытаний.

Камни с высоким содержанием урана смешивали с горной массой класса 40 мм с получением значения содержания урана, приемлемого для технологии кучного выщелачивания (КВ). Смешанную горную массу укладывали в штабели на пленку и орошали их слабым раствором серной кислоты в течение 4 месяцев. Для ускорения процесса выщелачивания была испытана биотехнология на основе тионовых микроорганизмов. Исследования, проведенные со специалистами Севастопольского Государственного университета, показали высокую эффективность данной технологии, позволяющей в несколько раз уменьшить время выщелачивания. Раствор КВ поступает на вход сорбционно-наполненной колонны с анионит-макропористым сорбентом АМП. Колонна полностью автоматизирована с помощью специальных средств контроля, основным из которых является гамма-спектрометрический анализатор урана. Насыщенная ураном смола до 25 г на кг подается на гидро-металлургический завод (ГМЗ) или доводится на месте до концентрата природного урана.

Приведенная технология запатентована в РФ (Патент №66842). Один из основных авторов и научный руководитель разработки (в настоящее время - член-корреспондент Крымской академии наук) Кравченко Виталий Витальевич.